

3D-Textgrafik

Wilfried Neumaier

www.neumaier-wilfried.de/logik

Die Logik hinter dem dreidimensionalen Sehen ist der **Strahlensatz**. Er ist in den Elementen von Euklid um 300 v.Chr. überliefert.¹ Bekannt ist er auch als **Satz des Thales**, der ihn wohl um 500 v. Chr. schon entdeckt hatte.² Lange, bevor es Menschen gab, ist der Strahlensatz programmiert worden, und zwar in den Genen aller Säugetiere: Während ihres Wachstums bildet sich ihr Gehirn so aus, dass es aus zwei Bildern mit dem rechten und linken Auge ein dreidimensionales Bild nach dem Strahlensatz errechnet und dem optischen Sinn vermittelt.³

Der physiologische Sachverhalt ist noch nicht sehr lange bekannt. Erste Forschungen zum räumlichen Sehen publizierte Charles Wheatstone 1832.⁴ Kurz danach begann die Stereo-Fotografie, in der man diese Fähigkeit des Gehirns nutzte, um aus zwei Fotografien desselben Objekts aus zweierlei Blickwinkeln ein dreidimensionales Bild zu rekonstruieren mit Hilfe optischer Apparate.

Seit 1979 gibt es Stereogramme als Einzelbilder,⁵ die 1990 durch das Buch *Das Magische Auge (magic eye)* populär wurden.⁶ Sie bestehen aus quasi periodisch wiederholten Teilbildern: Die Blickrichtungen treffen sich nicht auf dem Papier, sondern erst weiter hinten, wo ein dreidimensionales Bild entsteht. Eine leicht schwankende Periode erzeugt dabei verschiedene Tiefen, und zwar für alle Punkte auf dem Papier, so dass im Gehirn ein räumliches Bild aus den vielen Punkten entsteht. Dieses kann man künstlich entwerfen durch gezielt berechnete Veränderung der Periode.

¹ Elemente, Buch VI, Proposition 2

² Wikipedia: Strahlensatz

³ Wikipedia: Stereoskopisches Sehen

⁴ Wikipedia: Stereoskopie, Geschichte

⁵ Wikipedia: Stereoskopie, SIRDS

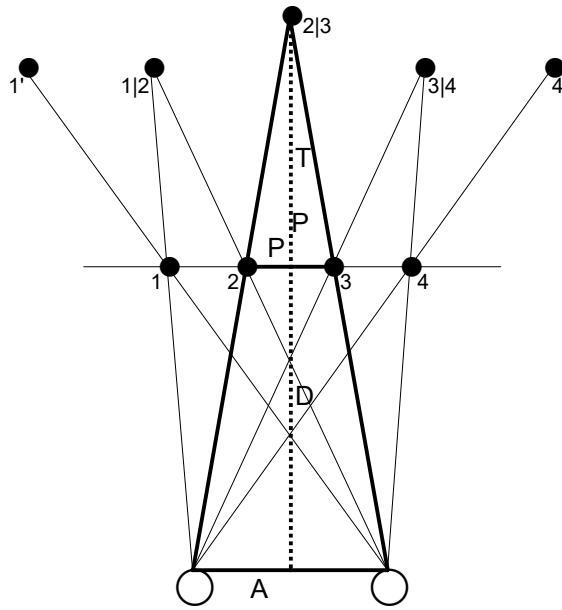
⁶ Wikipedia: Das Magische Auge

Bei dieser Blicktechnik fixiert man also das Bild auf dem Papier nicht mit beiden Augen, sondern schaut mit einem ungefähren **Parallelblick** durch das Papier hindurch. Eine Skizze, in der vier Punkte die quasi-periodischen Teilbilder einer 3D-Graphik vertreten, zeigt den Strahlengang. Das Bild erscheint dann hinter dem Papier vergrößert und hat fünf imaginäre Punkte. An der fettgedruckten Haupt-Blickrichtung ist der Strahlensatz abzulesen, aus dem sich dann die Bildtiefe für den mittleren Punkt berechnen lässt:

Dreidimensionales Bild:

Papier (Glasscheibe):

Augen:



A = Augenabstand (Pupille)

D = Distanz zum Papier

P = Periode

T = Tiefe hinter dem Papier

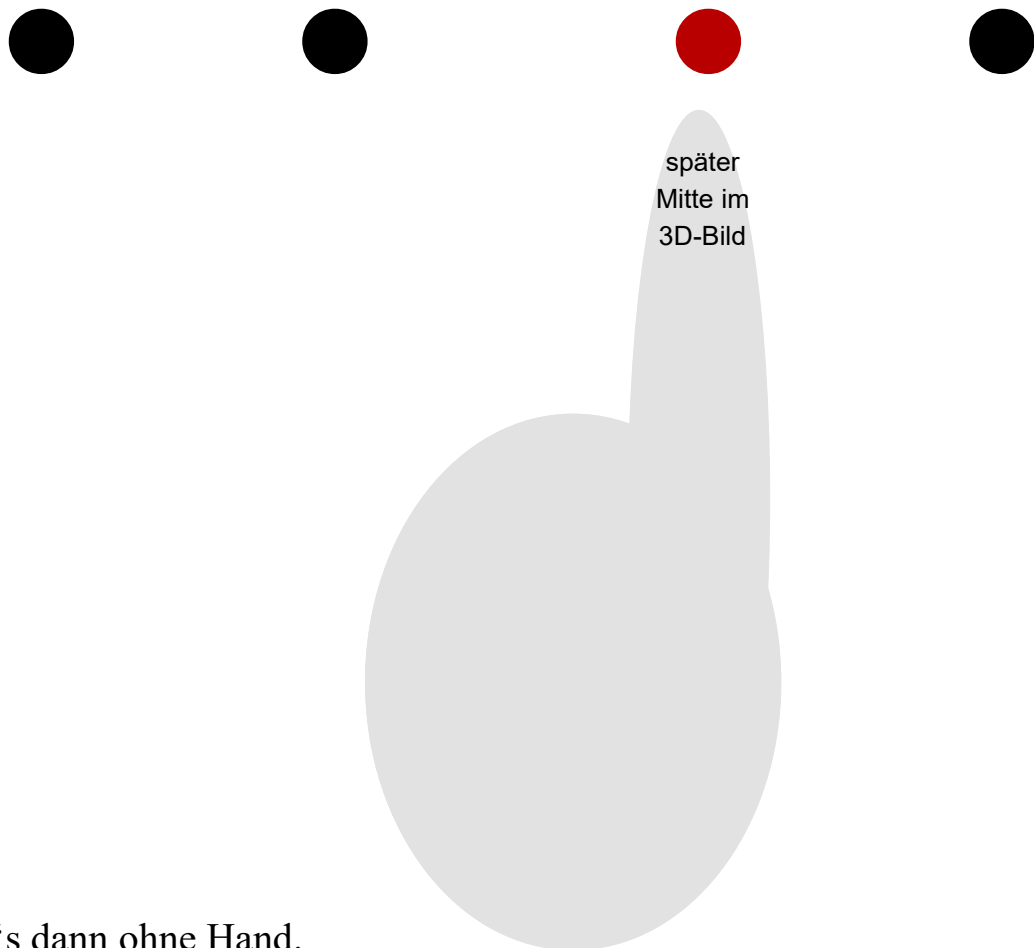
Strahlensatz: $P/2 : A/2 = P : A = T : (T+D)$

impliziert: $T = P \cdot D : (A - P)$ und

Bildtiefe = $T + D = A \cdot D : (A - P)$

Die Berechnung der übrigen Punkte geht analog nach dem Strahlensatz. Eine definierte Bildtiefe haben natürlich nur die überlagerten Punkte, die oben mit $1|2$ und $2|3$ und $3|4$ bezeichnet sind. Die äußeren Punkte $1'$ und $4'$ sind jeweils nur einem Auge zugeordnet und haben an sich keine berechenbare Tiefe. Trotzdem lokalisiert sie mein Gehirn weiter hinten, aber nicht so ganz sicher. Es verlängert sozusagen das Bild um eine erwartete Periode und rechnet mit einem nicht wirklich vorhandenen Punkt.

Ungeübte erreichen die dreidimensionale Sicht leichter auf folgende Weise: Halte das Blatt etwa 20 cm vor die Augen und stell dir vor, es wäre eine **Glasscheibe**. Oder interpretiere den Bildschirm als Glasscheibe. Mache mit der rechten Hand eine „lange Nase“: Berühre mit dem Daumen deine Nase und setze den kleinen Finger auf die „Glasscheibe“ unterhalb des roten Punkts. Dieser wird später zur Mitte des dreidimensionalen Bilds als Komponente vom dominanten rechten Auge. Träume nun in Gedanken versunken durch die „Glasscheibe“ hindurch und entspanne deine Augen. Vielleicht hilft zur Entspannung ein verschlafenes Blinzeln. Nach der Entspannung erscheinen fünf Punkte. Der rote Punkt wird schwarzrot und erscheint in der Mitte deutlich hinter der „Glasscheibe“. Du hast die dreidimensionale Sicht erreicht und kannst die Hand langsam wegziehen.



Probier's dann ohne Hand.

Vergrößere auch die Distanz zur „Glasscheibe“. Dadurch ergibt sich eine größere Bildtiefe. Bei Kopfbewegungen auf- und abwärts und seitwärts ändern sich die Winkel.

Du kannst auch die Grafik am PC solange vergrößern, bis der Punktabstand dem Augenabstand entspricht. Sobald $\text{Periode} > \text{Augenabstand}$ wird, schneiden sich die Strahlen nicht mehr hinter dem Papier, und es kann kein dreidimensionales Bild mehr entstehen.

1990 begann ich Experimente mit 3D-Textgrafiken. Zwei Beispiele dienen hier als Illustration. Die abgebildete Textgrafik variiert die Periode nur durch eingeschaltete Lücken und erzeugt so verschiedene Textebenen. Die Grafik entspricht genau dem vorigen Punkt-Schema: In jeder Zeile stehen vier Wörter; im dreidimensionalen Bild werden daraus fünf Wörter. Das dritte Wort (rot) wird zur Bildmitte (schwarzrot):

CREDO CREDO CREDO CREDO
CREDO CREDO CREDO CREDO
CREDO CREDO CREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
○ CREDOCREDOCREDO CREDO C
○ CREDOCREDOCREDO CREDO C
○ CREDOCREDOCREDO CREDO C
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDOCREDO CREDO
CREDO CREDO CREDO CREDO
CREDO CREDO CREDO CREDO
CREDO CREDO CREDO CREDO

Diese 3D-Textgrafik ist auf dem Titel des Dialogs LOGISCH GLAUBEN, den man downloaden kann,⁷ eingebettet in ein Regenbogen-Spektrum.

⁷ Download: www.neumaier-wilfried.de/theologik. Ausdruck als Broschüre!

Die zweite Textgrafik variiert die Periode auf zwei Arten: Sie vergrößert die Schrift und erzielt dadurch immer tiefere Bildebenen; außerdem variiert die Kursivschrift die Periode kontinuierlich innerhalb der Wörter. Die mittleren Wörter fallen im dreidimensionalen Bild um, die Wörter daneben bleiben stehen. Es entsteht ein mit *GNADE* gepflasterter Weg, auf dem die *GNADE* rechts und links Spalier steht. Der Weg endet im Zentrum bei **CHRISTUS**, der auf seinem Weg vom Himmel das *LEBEN* bringt. Insgesamt entsteht auf der zweiten 3D-Grafik ein Kreuzweg, besonders gut beim Blick von oben her:

LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
LEBEN LEBEN LEBEN LEBEN
CHRISTUS CHRISTUS CHRISTUS CHRISTUS
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
GNADE GNADE GNADE GNADE
BUßE BUßE BUßE BUßE

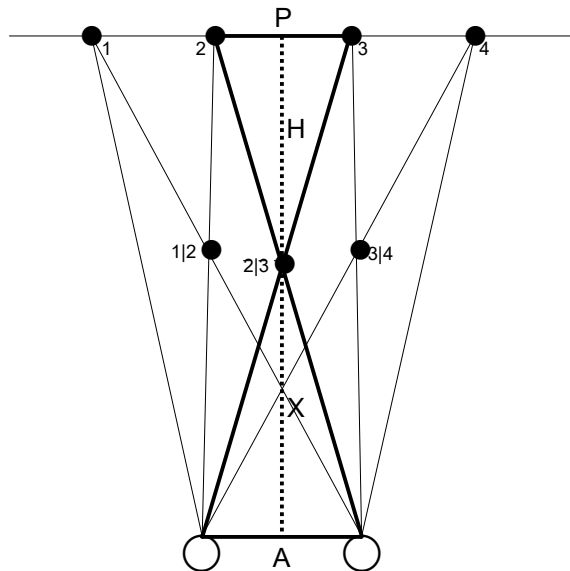
Diese 3D-Textgrafik steht auf dem Titel des Dialogs **UMDENKEN** in Farbe.⁷ Oben ist sie schwarz gedruckt, damit sich der 3D-Effekt leichter einstellt, was manchen wegen der großen Tiefe dieser Graphik nicht gleich gelingt.

Beide Graphiken sind für den Parallelblick mit entspannten Augen gemacht. Stets kann man aber jede 3D-Grafik auch mit dem **Kreuzblick** anschauen, bei der man sie **schielend** anschaut. Das heißt: Hier treffen sich die Blickrichtungen vor dem Papier, so dass ein dreidimensionales Bild vor dem Papier entsteht. Es ragt heraus aus dem Papier. Eine zweite Skizze, in der wieder vier Punkte die periodischen Teilbilder vertreten, zeigt hier den Strahlengang. An der fettgedruckten Blickrichtung ist der Strahlensatz abzulesen, aus dem sich die Höhe des mittleren Punkts über dem Papier berechnen lässt:

Papier:

dreidimensionales Bild:

Augen:



A = Augenabstand (Pupille)

D = Distanz zum Papier = H+X

P = Periode

H = Höhe über dem Papier

Strahlensatz: $X:H = A/2:P/2 = A:P$

impliziert:

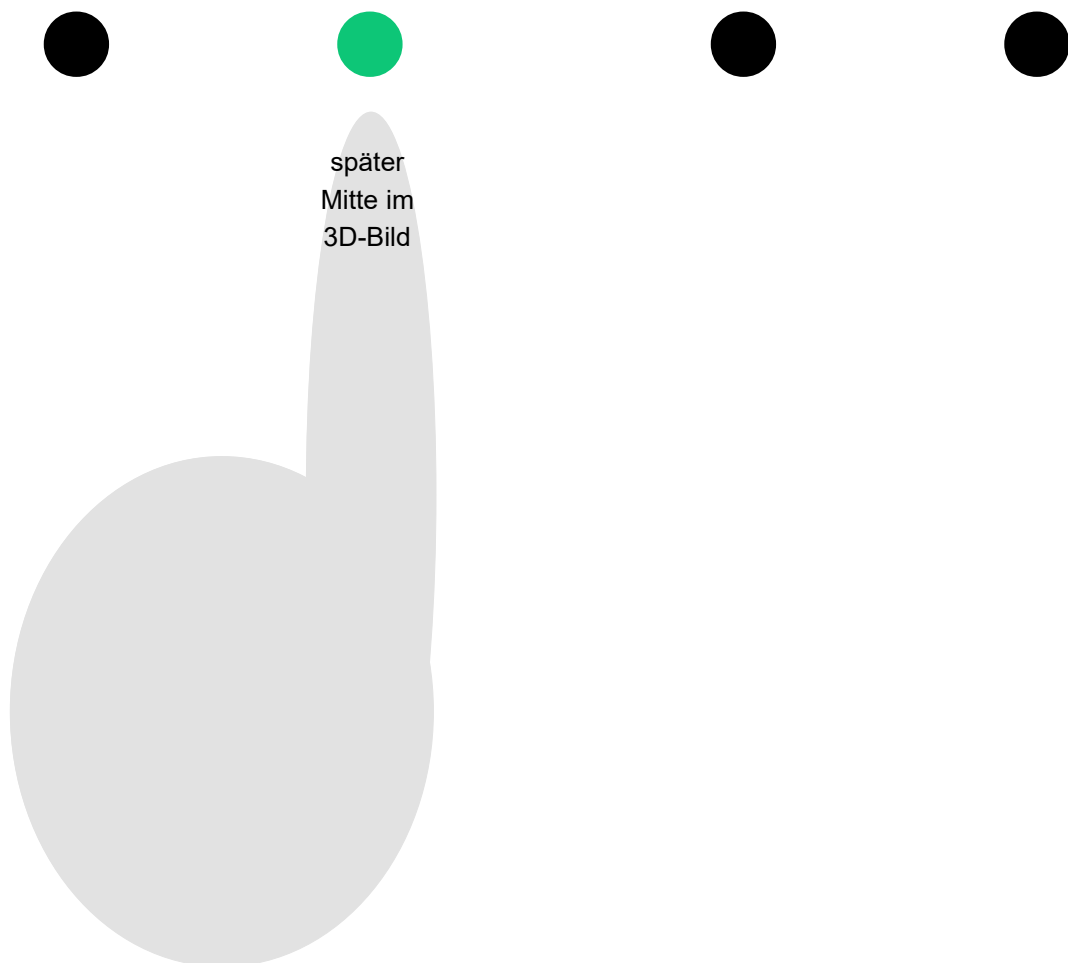
Höhe über dem Papier = $H = D \cdot P / (A + P)$

Die Berechnung der übrigen Punkte erfolgt analog nach dem Strahlensatz. Eine definierte Höhe haben die mit $_{1|2}$ und $_{2|3}$ und $_{3|4}$ bezeichneten überlagerten Punkte. Die äußeren Punkte $_1$ und $_4$ sind jeweils nur einem Auge zugeordnet. Diesmal lokalisiert sie das Gehirn auf dem Papier. Das dreidimensionale Bild hat somit wiederum fünf Punkte, von denen aber nur drei imaginär sind.

Bei dieser Blicktechnik gibt es für die Periode keine Grenzbedingung. Sie kann beliebig groß gewählt werden, weil sich die Blickrichtungen beim Schielen immer schneiden. Deshalb kann man mit dem Kreuzblick sowohl kleine als auch sehr große 3D-Grafiken betrachten. Dazu gehören auch Stereofotos, die meistens für den Kreuzblick gemacht sind. Sie haben je ein Foto an den Positionen $_2$ und $_3$ und ein überlagertes Bild an der Position $_{2|3}$. Im Inneren der Fotos variiert die Periode jedoch sehr, weshalb das überlagerte Bild in der Mitte dreidimensional wird.

Ungeübte erreichen den Kreuzblick und das dreidimensionale Bild leichter auf folgende Weise:

Halte das Papier etwas weiter weg vor die Augen, etwa einen halben Meter, damit du nicht zu sehr schielen musst. Das Papier (der Bildschirm) wird zum Hintergrund. Diesmal wird der grüne Punkt zur Mitte des dreidimensionalen Bilds, weil das dominante rechte Auge dorthin schießt. Zeige mit dem Zeigefinger unter den grünen Punkt etwa in der Mitte der Luftlinie zwischen Papier und Auge! Fixiere nun den Zeigefinger genau, dann schielst du auf das Papier. Du siehst dann fünf Punkte; der grüne Punkt wird schwarzgrün und schwebt über der Fingerspitze. Du hast die dreidimensionale Sicht erreicht und kannst die Hand langsam wegziehen.



Wenn es nicht klappt, hast du entweder die Augen nicht genau horizontal eingestellt. Wenn du sechs Punkte siehst, schielst du zu stark und hast den Finger zu nah vor den Augen.

Wenn du dich vom Bild entfernst, entsteht eine größere Bildhöhe. Du kannst auch das Bild am Bildschirm durch Scrollen beliebig vergrößern und den Kreuzblick beibehalten. Bei der umseitigen Textgrafik, die nur Textsperrung nutzt, drehe dazu den Bildschirm mit Strg+Alt+→ (zurück mit Strg+Alt+↑).

